



## Calagem no Crescimento de Mudras de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

**DELMAR SANTIN<sup>(1)</sup>, ELIZIANE LUIZA BENEDETTI<sup>(2)</sup>, GILVANO EBLING BRONDANI<sup>(3)</sup>,  
CARLOS BRUNO REISSMANN<sup>(4)</sup>, LUIS FERNANDO ROVEDA<sup>(5)</sup> & IVAR WENDLING<sup>(6)</sup>.**

**RESUMO** - A calagem é uma prática bem difundida na agricultura, porém pouco utilizada em culturas florestais. A erva-mate, especialmente nos estados do Sul do Brasil, pode ser cultivada em consórcio com culturas anuais, porém, por se desenvolver naturalmente em solos ácidos, ricos em  $Al^{3+}$ , estudos que verifiquem o comportamento da erva-mate sob a ação da calagem são importantes. Com objetivo de verificar o desenvolvimento inicial de mudras de erva-mate produzidas por miniestaquia submetidas a diferentes doses de calcário, instalou-se um experimento no delineamento inteiramente casualizado em casa de vegetação, com intensidade luminosa de 70% e temperatura máxima de 25°C. Utilizaram-se mudras de erva-mate propagadas pelo processo de miniestaquia a partir de minicepas produzidas por sementes de duas matrizes (F6 e F7). As miniestacas, após passarem pelas fases de enraizamento, aclimatação e rustificação, correspondente a cinco meses, foram transplantadas em vasos de polietileno com capacidade de 3,5 dm<sup>3</sup>. Utilizou-se 3 kg de solo seco ao ar por vaso, coletado da camada de 05 a 25 cm de profundidade em São Mateus do Sul - PR. Após permanecer por 21 dias incubado (solo+calcário), o solo foi transferido para os vasos, onde cada vaso recebeu duas mudras de erva-mate. A adubação de N, P e K foi baseada na recomendação de adubação [1] para a cultura da erva-mate (plântio), com densidade de 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> a partir da análise química e física do solo. Os tratamentos foram compostos por diferentes saturações de bases (V%) do solo: T1= V 4% (testemunha), T2= V 15%, T3= V 30%, T4= V 45%, T5= 60%, T6= V 75% e T7= V 90%. Foi utilizado calcário dolomítico (filler). Após 210 dias, não houve interação entre os níveis saturação por bases e época para a variável diâmetro, entretanto para altura existiu interação a 5 % de probabilidade de erro. Em relação à taxa de crescimento tanto a saturação por bases quanto a época influenciaram na altura e no diâmetro das mudras. De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, pode-se concluir que a erva-mate respondeu negativamente à calagem.

### Introdução

A erva-mate cresce nas associações mais evoluídas das matas de Araucária, encontrada especialmente no sub-bosque, é uma espécie perene com porte arbóreo,

podendo alcançar 100 anos de vida. Ocorre naturalmente em solos de baixa fertilidade, baixos teores de cátions trocáveis, altos teores de alumínio e pH ácido [2]. Esta espécie é nativa da Região Sul do Brasil e têm importância histórica na cultura e na economia dessa região e de países limítrofes. Atualmente, sua importância é dada pela conquista de novos mercados face ao desenvolvimento de produtos, principalmente no ramo de bebidas, cosméticos, medicamentos e higiene, além de vários estudos fitoquímicos com objetivo de explorar o seu potencial [3] e, dentre as principais bebidas, está o chimarrão [4].

As atuais bases de manejo silvicultural da espécie restringem-se a técnicas que desconsideram a sustentabilidade da produção, herdadas de práticas adotadas desde os primórdios de sua exploração [5]. Sendo que, a erva-mate deve receber atenção como qualquer outra espécie, visando alcançar retornos em benefícios ambientais e sócio-econômicos significativos para o meio ambiente e da sociedade onde a cultura está inserida [6].

Dentre os vários fatores que limitam o crescimento das plantas se destacam a acidez do solo e toxidez por  $Al^{3+}$  [7], ocasionando limitações para a produção agrícola [8]. Por outro lado, a correção da acidez do solo pela calagem, eleva seu pH, afetando suas propriedades químicas e a disponibilidade de nutrientes para as plantas [9]. Porém, algumas espécies são acumuladoras de alumínio e usam ácidos orgânicos para seqüestrá-lo internamente, impedindo a formação de complexos com substratos mais vitais [10]. A erva-mate pode ser considerada uma espécie com características especiais, pois, é adaptada a ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes, elevados teores de  $Al^{3+}$  e baixos valores de pH, além de possivelmente não responder a calagem [11]. Em sistemas agroflorestais, a erva-mate é a cultura de maior importância no sul do Brasil, sendo explorada na forma natural, com plântio intercalar de culturas anuais como: feijão, mandioca, milho e soja, dentre outros [12]. Devido a importância desta cultura e a possibilidade de ser cultivada juntamente com culturas anuais, que normalmente se desenvolvem em solos com pH mais elevado e menor teor de  $Al^{3+}$ , pesquisas que verifiquem o comportamento desta espécie sob condição de calagem são de suma importância. Com base nesses relatos, o objetivo do experimento foi verificar o desenvolvimento de mudras de erva-mate produzidas por miniestaquia submetidas a diferentes doses de calcário.

**Palavras-Chave:** Saturação por bases, alumínio e pH.

## Material e métodos

O experimento foi instalado em agosto de 2006 em casa de vegetação com temperatura máxima de 25°C no Setor de Ciências Agrárias do Departamento de solos da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba. Foram utilizadas mudas produzidas por miniestaquia a partir de propágulos de plantas juvenis de erva-mate, de duas matrizes (F6 e F7) provenientes respectivamente dos municípios de Bituruna e Rebouças, - PR. Após atingir aproximadamente 15 cm de altura, as mudas foram transferidas para o sistema semi-hidropônico em canaletão com areia de granulometria média. Após uma semana, os seus ápices foram podados deixando uma altura das minicepas entre 5 a 8 cm para emissão das brotações a serem usadas como miniestacas.

As miniestacas coletadas no jardim miniclinal em semi-hidropônico foram enraizadas em casa de vegetação, com temperatura mantida entre 20 a 30°C e umidade relativa do ar acima de 80%, em tubetes plásticos de 55 cm<sup>3</sup>. O substrato foi constituído de partes iguais de vermiculita de granulometria média, casca de arroz carbonizada e substrato comercial a base de casca de pinus.

As miniestacas permaneceram por 60 dias em casa de vegetação para enraizamento. Após esse período, foram transferidas para casa de vegetação de sombra com 50% de luminosidade, onde permaneceram por 15 dias para aclimação. Uma vez aclimatadas, foram transferidas para área de pleno sol para rustificação até completarem cinco meses de idade, quando foram transplantadas em vasos de polietileno com capacidade de 3,5 dm<sup>3</sup>, e submetidas aos tratamentos.

O substrato utilizado foi proveniente de solo coletado na profundidade de 05 a 25 cm, na propriedade da Empresa Baldo S.A. em São Mateus do Sul - PR. O mesmo foi peneirado com peneira de 7 mm e deixado secar a sombra por 20 dias.

Para incubação do solo com o calcário pesou-se o equivalente de solo seco ao ar para cada tratamento e sobre uma lona de plástico procedeu-se a homogeneização (exceto a testemunha). Em seguida o solo foi umedecido até atingir 65% da capacidade de campo, permanecendo incubado por 21 dias. Após este período pesou-se o equivalente a 3 kg de solo seco ao ar. Cada vaso recebeu duas mudas de erva-mate, sendo uma de cada matriz (F6 e F7). Cada tratamento foi composto por cinco vasos (repetições), destes, em quatro mediu-se mensalmente as variáveis diâmetro e altura e no outro vaso a cada 21 dias, coletou-se amostra de solo para medir o pH (CaCl<sub>2</sub>).

Para determinação das doses de adubação de N, P e K baseou-se na recomendação de adubação [1] para a cultura da erva-mate (plantio), com densidade de 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> a partir da análise química e física do solo (Tabela 1). Os tratamentos foram compostos por diferentes saturações de bases calculadas pelo aumento da saturação por base (V%) do solo: T1= V 4% (testemunha), T2= V 15%, T3= V 30%, T4= V 45%, T5= 60%, T6= V 75% e T7= V 90%. Foi utilizado calcário dolomítico (filler). Para determinar a dosagem

de calcário utilizou-se a fórmula  $NC = \frac{CTC(V_1 - V_2)}{PRNT}$ , onde V<sub>2</sub> é

saturação por bases desejada e V<sub>1</sub> saturação por bases do solo. [1]. Aos 210 dias da instalação do experimento foram determinados a altura total (H), diâmetro do colo (D), taxa de crescimento em altura (TCH) e taxa de crescimento em diâmetro (TCD) Os dados foram analisados por regressão com o uso do pacote estatístico SOC [13] a 5% de probabilidade de erro.

## Resultados

Após 210 dias da instalação do experimento, observou-se que não houve interação entre os fatores saturação por bases e época, para a variável diâmetro, já para altura houve interação a 5 % de probabilidade de erro. Em relação à taxa de crescimento tanto a saturação por bases quanto a época influenciaram na altura e no diâmetro.

Observou-se interação entre os tratamentos para o diâmetro do colo e altura das mudas de erva-mate, sendo que a altura em função da saturação por base ao longo do tempo resultou em superfície de resposta.

A variável taxa de crescimento comportou-se de maneira semelhante para o diâmetro (Fig. 1A) e altura (Fig. 1B), sendo os melhores valores de saturação por bases 37% e 35%, respectivamente. No tratamento T7 (V=90%) observou-se a pior taxa de crescimento para diâmetro e altura.

Na variável altura (Fig. 1C) observou-se uma pequena influência da calagem nos primeiros dois meses de avaliação e, chegando ao final de 210 dias com influência negativa. Para o diâmetro (Fig. 2A) a calagem também teve ação depressiva sobre o desenvolvimento das mudas. Desta forma o melhor tratamento para as variáveis altura e diâmetro foi a testemunha (V=4%) e o pior foi o T7 com saturação por bases de 90%.

A reação do calcário com o solo possivelmente foi total já no período de incubação (21 dias), pois, o pH diminuiu ao longo do tempo após a instalação do experimento para todos os tratamentos (Fig. 2C).

## Discussão

O decréscimo do pH ao longo do experimento pode ter sido provocado por alguns fatores, como: a erva-mate apresentar possíveis mecanismos que possam acidificar o meio e/ou, o solo tendo alto teor de matéria orgânica [1] (Tabela 1) em ambiente com temperatura mais elevada e o solo mantido úmido, podem ter contribuído para uma maior decomposição da matéria orgânica, favorecendo a liberação de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> para a solução do solo, antes complexados pela mesma, podendo assim ter provocado a redução do pH. Esta suposição é reforçada, por alguns autores, [9] sendo que as reações de hidrólise que ocorrem na solução dos solos, a decomposição de resíduos orgânicos pelos microrganismos, a ação do homem e a própria absorção dos nutrientes pelas plantas acidificam o solo. Assim como, [10] a liberação de dióxido de carbono pela respiração de raízes e microrganismos também são fatores acidificantes do solo.

A acidez do solo é reconhecidamente um dos principais fatores da baixa produtividade das culturas [14]. A correção da acidez do solo através da calagem é a prática mais recomendada para que as plantas possam utilizar eficientemente os nutrientes e a água e expressar sua potencialidade de produção [15]. Porém os resultados do experimento mostram que a erva-mate obteve um pequeno ganho na taxa de crescimento em altura e diâmetro em função da calagem ( $V=37\%$  e  $V=35\%$ ), respectivamente. Já para altura e diâmetro total a erva-mate respondeu negativamente à calagem, conferindo-lhes característica calcífuga a esta espécie, também sugerido por Reissmann *et al* [16], Gaiad [11] e Reissmann & Carneiro [17]. Resultado semelhante foi obtido por Reissmann *et al* [18] ao testar a susceptibilidade de mudas de erva-mate à clorose induzida pela calagem, observaram que com o aumento das doses de calcário ocorreu redução no crescimento e, os tratamentos com saturação de bases acima de 80% provocou nítidos sintomas de clorose nas mudas. Observa-se assim que nem todas as espécies respondem positivamente a esta prática. O que é comprovado por Reissmann & Prevedello [19] que verificaram efeito prejudicial em relação a níveis crescentes de calcário sobre o desenvolvimento em altura de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*).

#### Agradecimentos

À empresa Baldo S.A. de São Mateus do Sul/PR, à UFPR e a Embrapa Florestas – Colombo/PR que juntas possibilitaram a realização deste trabalho.

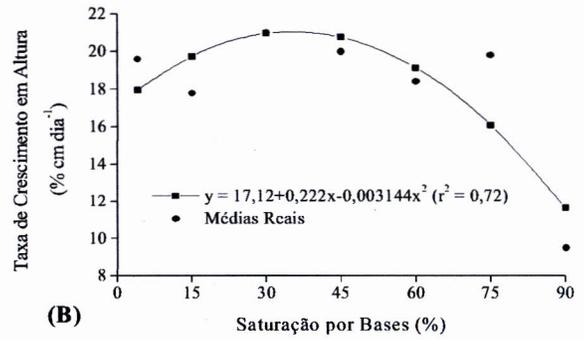
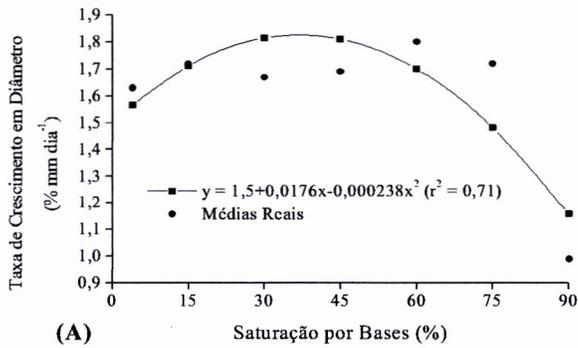
#### REFERÊNCIAS

- [1] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 2004. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. 10 ed. Porto Alegre. 400 p.
- [2] CARVALHO, P.H.R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.
- [3] ZAMPIER, A.C. 2001. Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica e sua relação com a produtividade na erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba.
- [4] MACCARI, JR. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. 2000. *Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate*. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate Paraná MCT/CNPq/PROJETO PADCT Erva-Mate. Curitiba. 176p.
- [5] FOSSATI, L. C. 1997. *Avaliação do estado nutricional e da produtividade de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba.
- [6] ANDRADE, F. M. de 1999. A exploração e utilização de recurso *Ilex paraguariensis* St. Hill – erva-mate, seus impactos sócio-econômicos atuais e potencialidades de manejo sustentável. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECURSOS FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA, I. São Paulo. Anais... Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata atlântica, 2000. Novofotolito Editora Gráfica. P. 24-33.
- [7] ZONTA, E.; BRASIL, F. da C.; GOI, S.R. & ROSA, M.M.T da. 2006. O sistema radicular e suas interações com o ambiente

- edáfico. In: FERNANDES, M.S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p7-52.
- [8] MA, J.F.; RYAN, P.R. & DELHAIZE, E. 2001. *Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids*. Trends Plant Sci., 6:1360-1385.
- [9] BISSANI, C.A.; MEURER, E.J. & BOHNEN, H. 2004. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E.J. Fundamentos de química do solo. (Ed. 2). Porto Alegre: Gênese. p181-205.
- [10] EPSTEIN, E. & BLOOM, A.J. 2004. Nutrição Mineral de Plantas. Princípios e perspectivas. ed. 2. Londrina. 403 p.
- [11] GAIAD, S. 2003. Alteração da rizosfera e seus reflexos na biomassa, na composição química e na fotossíntese de erva-mate decorrentes do uso de diferentes fontes de nitrogênio. Curitiba. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba.
- [12] MEDRADO, M.J.S.; VILCAHUAMAN, L.J.M.; DOSSA, D.; RODIGHIERI, H.R. & DEDECEK, R.A. 2005. *Cultivo da erva-mate: sistema agroflorestal*. Sistema de produção, 1. Embrapa Florestas. Colombo (ISSN 1678-8281: versão Eletrônica).
- [13] SOC, Software Científico. 1990. *Núcleo Tecnológico para Informática/EMBRAPA*. Campinas, São Paulo.
- [14] RAIJ, B.V. *Fertilidade do solo e adubação*. 1991. Piracicaba: CERES/POTAFÓS. 343p.
- [15] FLOSS, E.L. 2004. *Fisiologia das plantas cultivadas: O estudo que está por trás do que se vê*. Ed. 2. Passo Fundo: UPF. 536p.
- [16] REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; QUADROS, R.M.B de & RADOMSKI, M.I. 1997. Production and foliar N, P, K, Ca and MG levels in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), related to increasing base saturation levels. Arq. Biol. Tecnol. 40:241-249.
- [17] REISSMANN, C.B. & CARNEIRO, C. 2004. Crescimento e composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), transcorridos oito anos de calagem. Floresta 34:381-386.
- [18] REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; TREVISAN, E. & BORN, R.H. 1991. Suscetibilidade da erva-mate à clorose induzida pela calagem. Revista do setor de Ciências Agrárias. 11:273-278.
- [19] REISSMANN, C.B. & PREVEDELLO, B.M.S. 1992. Influência da calagem no crescimento e na composição química foliar da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hill.). In: congresso nacional sobre essências nativas, 2. São Paulo, Anais...São Paulo: Instituto Florestal, p.625-629.

**Tabela 1.** Análise química do solo utilizado como substrato para produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) submetidas a diferentes saturações por bases.

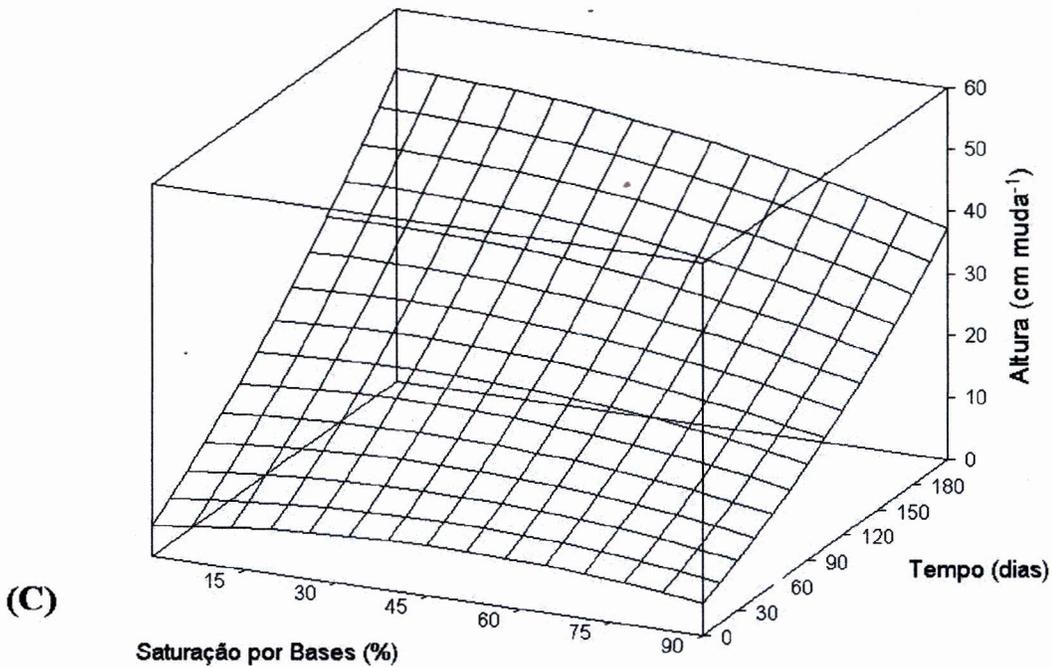
pH CaCl <sub>2</sub>	Índice SMP	Ca	Mg	Al	H+Al	T	SB	Saturação (%)		MO	Argila	P	K
		.....cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> .....						Al	Base	.....%.....		.....mg/dm <sup>3</sup> .....	
4,2	4,8	0,3	0,1	3,9	12,1	12,62	0,52	88	4	6,04	82,5	1,9	46,9



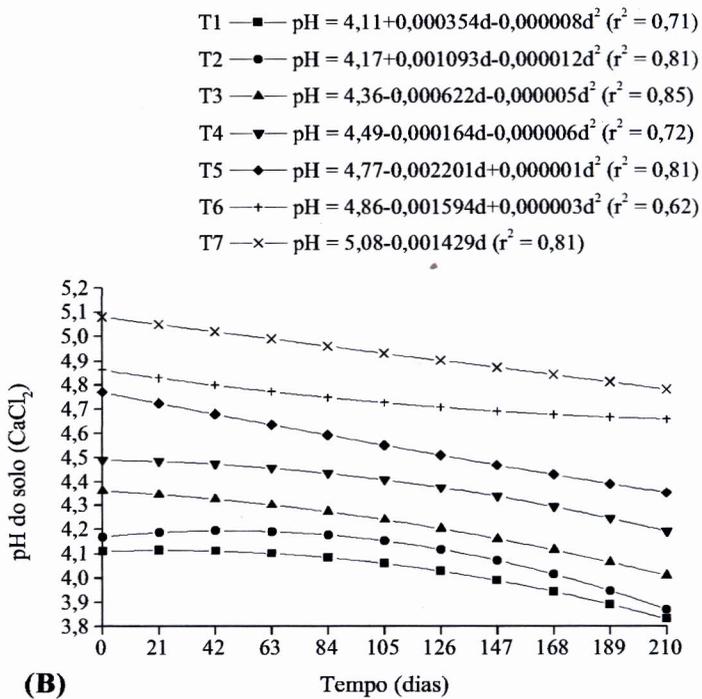
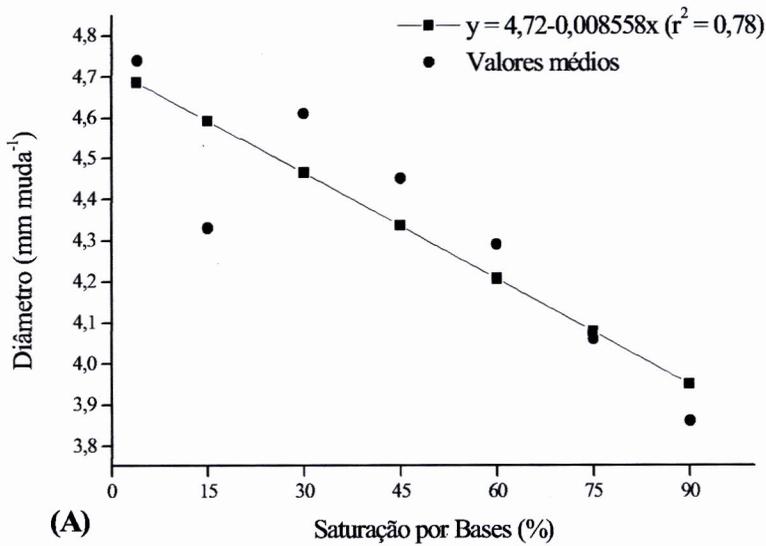
$$H = 4.97 + 0.1338 SB - 0.001456 SB^2 + 0.1468 T + 0.000333 T^2 - 0.000715 SB T$$

$$R^2 = 0,95$$

Ponto Crítico de SB = 79.19 %  
Ponto Crítico de T = -135.4 dias



**Figura 1.** Valores médios dos parâmetros: (A) taxa de crescimento em diâmetro do colo (% mm dia<sup>-1</sup>; r<sup>2</sup> = 0,71) e (B) taxa de crescimento em altura (% cm dia<sup>-1</sup>; r<sup>2</sup> = 0,72) e (C) altura (cm muda<sup>-1</sup>; r<sup>2</sup> = 0,95), de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) ao longo de 210 dias de cultivo para diferentes teores de saturação por bases.



**Figura 2.** Valores médios dos parâmetros: (B) diâmetro (cm muda<sup>-1</sup>;  $r^2 = 0,78$ ) e (C) pH ( $\text{CaCl}_2$ ) do solo de cada tratamento medido a cada 21 dias ao longo do tempo de mudas de erva-mate (*Ilex paraguayensis* St. Hil.) aos 210 dias de cultivo para diferentes teores de saturação por bases.